

1

## Beschreibung

Verfahren zur Synchronisation eines in Funkzellen aufgeteilten Funkkommunikationssystems

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Synchronisation eines in Funkzellen aufgeteilten Funkkommunikationssystems gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

- 10 Zellulare Funkkommunikationssysteme, insbesondere Mobilfunksysteme, werden in synchronisierte und in nichtsynchronisierte Funkkommunikationssysteme unterteilt.

Bei ersteren sind Basisstationen benachbarter Funkzellen zu-  
15 einander zeitlich und/oder hinsichtlich der Frequenz synchronisiert. Zur Synchronisation, insbesondere zur Zeitsynchronisation, werden beispielsweise seitens der Basisstationen GPS-Empfänger eingesetzt oder es werden Basisstationen mittels aufwändig auszutauschender Synchronisationssignale aufeinander  
20 synchronisiert. Bei der Übertragung von Synchronisationssignalen wiederum werden Funkübertragungsressourcen belegt, die somit nicht mehr für eine gebührenpflichtige Teilnehmer-nutzdatenübertragung (Payload) zur Verfügung stehen.

- 25 Bei nichtsynchronisierten Funkkommunikationssystemen sind Basisstationen benachbarter Funkzellen untereinander nicht synchronisiert.

FIG 3 zeigt stellvertretend für ein Mobilfunksystem ein zellulares Funkkommunikationssystem gemäß dem Stand der Technik.  
30

Drei benachbarte Funkzellen FZ1 bis FZ3 weisen jeweils eine zugeordnete Basisstation BTS01 bis BTS03 auf. Jede einzelne

der Basisstationen BTS01 bis BTS03 versorgt eine Anzahl von der jeweiligen Funkzelle FZ1 bis FZ3 zugeordneten Mobilstationen T01 bis T012. Dabei sind anhand einer "Frequency-Reuse"-Planung einer ersten Basisstation BTS01 einer ersten Funkzelle FZ1 insgesamt vier Trägerfrequenzen f9 bis f12, einer zweiten Basisstation BTS02 einer zweiten Funkzelle FZ2 insgesamt vier Trägerfrequenzen f1 bis f4 und einer dritten Basisstation BTS03 einer dritten Funkzelle FZ3 insgesamt vier Trägerfrequenzen f5 bis f8 exklusiv zur Datenübertragung zugeordnet.

Jede der Trägerfrequenzen f1 bis f12 weist in einer als "Downlink" DL bezeichneten Verbindungsrichtung von der Basisstation zur Mobilstation als Funkübertragungsressourcen jeweils sieben Zeitschlitz TS1 bis TS7 auf, während jede der Trägerfrequenzen f1 bis f12 in einer als "Uplink" UL bezeichneten Verbindungsrichtung von der Mobilstation zur Basisstation als Funkübertragungsressourcen fünf Zeitschlitz TS1 bis TS5 aufweist. Freie ungenutzte Zeitschlitz sind beispielhaft für die Trägerfrequenzen f2, f7 und f11 gezeigt und mit dem Buchstaben "F" bezeichnet.

Insbesondere für zellular aufgebaute Mobilfunknetze gewinnt eine Verwendung sogenannter "Orthogonal-Frequency-Division-Multiplexing", kurz "OFDM", Übertragungstechniken immer mehr an Bedeutung, da mit deren Hilfe neue Dienste wie beispielsweise Videoübertragungen mit hohen Datenraten kosteneffizient übertragen werden können.

Bei Funkkommunikationssystemen, insbesondere bei einem OFDM-Funkkommunikationssystem, werden aufgrund einer notwendigen Mehrfachnutzung von Trägerfrequenzen in benachbarten Funkzellen Gleichkanalstörungen als sogenannte "Cochannel-

3

Interference" verursacht, die mit Hilfe einer sogenannten "Frequency-Reuse"-Planung verringert werden können.

FIG 4 zeigt bezogen auf FIG 3 eine dem Stand der Technik entsprechende Synchronisationssituation der Funkzellen FZ1 bis FZ3.

Im Folgenden wird angenommen, dass es sich um ein zeitlich synchronisiertes Funkkommunikationssystem handelt, dessen benachbarte Funkzellen FZ1 bis FZ3 einen "Frequency-Reuse"-Faktor von eins aufweisen, d.h. die Funkzellen FZ1 bis FZ3 verwenden gleiche Trägerfrequenzen.

Jede Basisstation BTS01 bis BTS03 und die jeder Basisstation BTS01 bis BTS03 jeweils zugeordneten Mobilstationen T01 bis T012 weisen jeweils eine von einem vorgegebenen Wert MIT abweichende, basisstationsspezifische Trägerfrequenzabweichung Delta01 bis Delta03 auf, die vertikal aufgetragen ist. Diese Trägerfrequenzabweichung Delta01 bis Delta03 wird bei jeder einzelnen der Basisstationen BTS01 bis BTS03 von elektrischen Komponenten der jeweiligen Basisstation, beispielsweise basisstationsspezifischen Lokaloszillatoren, verursacht.

Insbesondere bei Verwendung von OFDM-Funkübertragungstechniken in einem synchronen Funkkommunikationssystem ist aufgrund der hohen Datenraten eine hochgenaue Synchronisation notwendig, die jedoch nur sehr aufwändig zu realisieren ist.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, für ein zellulares Funkübertragungssystem, insbesondere für ein OFDM-Funkkommunikationssystem, eine aufwandsarme Synchronisation anzugeben.

Die Aufgabe der Erfindung wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

- 5 Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird bei einem zellularen Funkkommunikationssystem mit einfachen Mitteln eine Synchronisation bezüglich Zeit und/oder Frequenz realisiert.

Besonders vorteilhaft wird durch die Synchronisation ermöglicht, dass insbesondere benachbarte Basisstation Funkübertragungsressourcen eines Vorrats verwenden, der den Basisstationen zur Datenübertragung gemeinsam zugeordnet ist. Dadurch wird ein besonders effektives Radio-Ressource-Management ermöglicht. Es wird eine dynamische Nutzung verfügbarer Funkübertragungsressourcen in den einzelnen Funkzellen eingeführt bzw. realisiert.

Entsprechend einer momentanen Verkehrslast werden verfügbare Funkübertragungsressourcen jeweils optimal zugeordnet, wobei besonders vorteilhaft ungleichmäßig verteilte Teilnehmerbelegungen ausgeglichen werden.

Die Zuteilung von Funkübertragungsressourcen erfolgt in einer bevorzugten Ausführungsform unter Berücksichtigung einer Interferenzsituation bei einer auszuwählenden Funkübertragungsressource. Dadurch wird ermöglicht, dass beispielsweise zwei benachbarte Basisstationen, von denen jede einzelne jeweils eine ihr zugeordnete Mobilstation funkversorgt, gleichzeitig einen Zeitschlitz einer Trägerfrequenz als Funkübertragungsressource für die Funkversorgung der Mobilstationen verwenden, sofern die Interferenzsituation im ausgewählten Zeitschlitz dies erlaubt.

5

Durch die Synchronisation wird eine Anwendung von Interferenzunterdrückungsverfahren seitens der Basisstation und/oder seitens der Mobilstation ermöglicht, die insbesondere für zueinander synchrone Nutz- und Störsignale optimiert sind.

5

Beim erfindungsgemäßen Verfahren zur Synchronisation wird auf eine Übertragung zusätzlicher Signalisierungsinformationen zur Synchronisation verzichtet, die bislang zwischen Basisstation und Mobilstation auf einer höheren Protokollschicht ausgetauscht werden mussten. Die erfindungsgemäße Synchronisation wird jeweils selbstständig und lediglich durch empfangsseitige Signalverarbeitung und Nachregelung eines Synchronisationszustands der Basisstationen bzw. der Mobilstationen durchgeführt.

15

Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens ist beispielsweise bei Großveranstaltungen ein nachträgliches Hinzufügen weiterer Basisstationen, bzw. eine damit einhergehende Änderung der Funkzellenanzahl, auf einfache Weise zu verwirklichen.

20 Durch Auswertung von Signalen bereits aktiver Mobilstationen synchronisiert sich eine nachträglich hinzugefügte Basisstation auf sich bereits in Betrieb befindende Basisstationen. Die hinzugefügte Basisstation wählt für den Betrieb erforderliche Funkübertragungsressourcen dynamisch derart aus, dass  
25 Gleichkanalinterferenzen zu benachbarten Funkzellen bzw. zu den den Funkzellen jeweils zugeordneten Mobilstationen minimiert sind.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird besonders vorteilhaft bei  
30 einem OFDM-Funkkommunikationssystem verwendet, das besonders bevorzugt für Dienste mit hohen Datenraten eingesetzt wird.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigen:

- FIG 1 ein OFDM-Funkkommunikationssystem mit erfindungsgemäßer  
5 Synchronisation,  
FIG 2 eine seitens einer Basisstation der FIG1 durchgeführte  
erfindungsgemäße Synchronisation,  
FIG 3 das in der Beschreibungseinleitung stellvertretend be-  
schriebene zellulare Funkkommunikationssystem gemäß dem  
10 Stand der Technik, und  
FIG 4 die in der Beschreibungseinleitung beschriebene und dem  
Stand der Technik entsprechende Synchronisationssitua-  
tion.
- 15 FIG 1 zeigt stellvertretend für ein Mobilfunksystem ein OFDM-  
Funkkommunikationssystem mit erfindungsgemäßer Synchronisa-  
tion.
- Drei benachbarte Funkzellen FZ1 bis FZ3 weisen jeweils eine  
20 zugeordnete Basisstation BTS1 bis BTS3 auf. Jede einzelne der  
Basisstationen BTS1 bis BTS3 versorgt eine Anzahl von der je-  
weiligen Funkzelle FZ1 bis FZ3 zugeordneten Mobilstationen  
T11 bis T33. Dabei sind einer ersten Basisstation BTS1 zur  
Funkversorgung insgesamt vier Mobilstationen T11 bis T14 zu-  
25 geteilt, während einer zweiten Basisstation BTS2 zur Funkver-  
sorgung insgesamt fünf Mobilstationen T21 bis T25 zugeteilt  
sind. Einer dritten Basisstation BTS3 sind zur Funkversorgung  
insgesamt drei Mobilstationen T31 bis T33 zugeteilt.
- 30 Alle drei Basisstationen BTS1 bis BTS3 verwenden zur Übertra-  
gung von Teilnehmerdaten gleichberechtigt gemeinsam zugeord-  
nete Funkübertragungsressourcen, die durch insgesamt zwölf  
Trägerfrequenzen f1 bis f12 festgelegt sind. Jede der Träger-



7

frequenzen f1 bis f12 weist in einer als "Downlink" DL bezeichneten Verbindungsrichtung von der Basisstation zur Mobilstation als Funkübertragungsressourcen sieben Zeitschlitzze TS1 bis TS7 auf, während jede der Trägerfrequenzen f1 bis f12  
5 in einer als "Uplink" UL bezeichneten Verbindungsrichtung von der Mobilstation zur Basisstation als Funkübertragungsressourcen fünf Zeitschlitzze TS1 bis TS5 aufweist. Freie, ungenutzte Zeitschlitzze, die beispielhaft für die Trägerfrequenzen f2, f8 und f12 gezeigt sind, werden mit dem Buchstaben  
10 "F" bezeichnet.

Vergleichend zu FIG 3 ist hier durch die erfindungsgemäße Synchronisation die ausschließliche Zuordnung von Trägerfrequenzen f1 bis f12 zu Basisstationen bzw. zu Funkzellen aufgehoben.  
15

Stellvertretend für die zweite und die dritte Funkzelle FZ2 und FZ3 wird anhand der ersten Funkzelle FZ1 die erfindungsgemäße Synchronisation nachfolgend näher erläutert. Dabei ist  
20 hier unter "Synchronisation" sowohl eine zeitliche Synchronisation der Zeitschlitzze der Trägerfrequenzen als auch eine Frequenzsynchronisation der Trägerfrequenzen zu verstehen.

Die erste Basisstation BTS1 der ersten Funkzelle FZ1 empfängt  
25 im Uplink UL neben Signalen der ihr zugeordneten Mobilstationen T11 bis T14 noch zusätzlich Signale von Mobilstationen der benachbarten Funkzellen FZ2 und FZ3. Dieser Empfang erfolgt ohne zusätzliches Überwachen von anderen Frequenzbändern automatisch.

30

Beispielsweise empfängt die erste Basisstation BTS1 im Uplink noch Signale der Mobilstationen T21 und T22 der zweiten Funkzelle FZ2 und Signale der Mobilstationen T31 und T32 der

5 dritten Funkzelle FZ3. Die erste Basisstation BTS1 bestimmt basierend auf den empfangenen Mobilstationssignalen der benachbarten Funkzellen FZ2 und FZ3 eine erste Zeitabweichung und eine erste Frequenzabweichung und leitet aus diesen Werten einen geeigneten Zeitsynchronisationswert und einen Frequenzsynchronisationswert ab, auf den sich die erste Basisstation BTS1 letztendlich aufsynchronisiert.

10 Stellvertretend für alle Mobilstationen betrachtet, empfängt in einem Downlink DL eine dritte Mobilstation T13 der ersten Funkzelle FZ1 neben Signalen der Basisstation BTS1 der eigenen Funkzelle FZ1 auch Signale der benachbarten Basisstationen BTS2 und BTS3 der Funkzellen FZ2 und FZ3. Die dritte Mobilstation T13 bestimmt nun basierend auf den empfangenen Basisstationssignalen eine zweite Zeitabweichung und eine zweite Frequenzabweichung und leitet aus diesen Werten einen geeigneten Zeitsynchronisationswert und einen Frequenzsynchronisationswert ab, auf den sich die Mobilstation T13 letztendlich aufsynchronisiert.

20

Diese erfindungsgemäße Synchronisation wird beispielsweise rahmenweise wiederholt, wodurch sich im zeitlichen Mittel eine genaue, selbstorganisierte Zeit- und Frequenzsynchronisation ergibt.

25

Durch die erfindungsgemäße Synchronisation werden in einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung nun Interferenzunterdrückungsverfahren seitens der Basisstationen und/oder seitens der Mobilstationen eingesetzt.

30

Durch die erfindungsgemäße Synchronisation wird besonders vorteilhaft ein besonders flexibel und adaptiv realisiertes Radio-Ressource-Management realisiert, da alle Basisstationen



auf einen gemeinsamen Vorrat an Funkübertragungsressourcen zugreifen können. Dabei erfolgt beispielsweise eine Trägerfrequenzauswahl unter Berücksichtigung minimaler Gleichfrequenzstörungen. Eine Zuteilung von Übertragungsressourcen an Mobilstationen wird ausschließlich durch die der jeweiligen Mobilstation jeweils zugeordneten Basisstation durchgeführt.

Durch die aufgehobene ausschließliche Zuordnung von Trägerfrequenzen zu Basisstationen bzw. zu Funkzellen wird ermöglicht, dass beispielsweise die Basisstation BTS1 zur Funkversorgung der Mobilstation T14 und die Basisstation BTS3 zur Funkversorgung der Mobilstation T32 den Zeitschlitz TS5 der Trägerfrequenz  $f_5$  gleichzeitig verwenden, wenn die Interferenzsituation im Zeitschlitz TS5 dies erlaubt. Diese Interferenzsituation wird beispielsweise beeinflusst durch sektorierte Empfangs- und/oder Sendeantennen an den Basisstationen oder durch Ausbreitungscharakteristiken der Funksignale oder durch den räumlichen Abstand zwischen den Teilnehmern, usw.

Bei einer Sektorisierung weist eine Basisstation zum Senden und/oder zum Empfangen von Funksignalen beispielsweise drei Antennenanordnungen auf, von denen jede einzelne einen Sektor mit einem Öffnungswinkel von  $120^\circ$  funkversorgt. Dadurch wird eine räumliche Trennung bzw. Unterscheidung von Funksignalen erzielt und je nach Wahl des Öffnungswinkels des Sektors eine Verbesserung einer Interferenzsituation erreicht.

Für den Fall einer inhomogenen Funkzellenauslastung kann jede der drei Basisstationen je nach Bedarf auf Übertragungsressourcen der Trägerfrequenzen ganz oder nur teilweise zugreifen, wodurch Engpässe in den einzelnen Funkzellen bei einer gleichzeitig vorherrschenden Überkapazität in einzelnen Funkzellen vermieden werden.

Neu hinzukommende Basisstationen synchronisieren sich in jeweils relevanten Frequenzbändern und werten die empfangenen Signale entsprechend zum Zweck der Zeit- und Trägerfrequenzsynchronisation aus. Eine nachträgliche Erweiterung des Funkkommunikationssystems bzw. eine nachträgliche Kapazitätserhöhung ist somit ohne großen Aufwand realisierbar.

Die erfindungsgemäße Synchronisation erfolgt selbständig und benötigt weder eine aufwändige Signalisierung noch eine aufwändige GPS-Synchronisation.

FIG 2 zeigt bezogen auf FIG 1 eine seitens der Basisstation BTS1 durchgeführte Synchronisation.

15

Vertikal ist für jede einzelne der Mobilstationen jeweils eine mobilstationsspezifische Trägerfrequenzabweichung aufgetragen. Die betrachtete erste Basisstation BTS1 empfängt im Uplink UL von den Mobilstationen T21, T22, T12, T13, T11, T31 und T32 gesendete Signale und bestimmt daraus einen Synchronisationswert  $d_1$ , der hier beispielhaft als Mittelwert durch ein schraffiertes Rechteck dargestellt ist. Die Basisstation BTS1 korrigiert ihre Synchronisation entsprechend in Richtung des positiven Synchronisationswerts  $d_1$ . Für die weiteren Basisstationen BTS2 und BTS3 gilt entsprechendes.

25

Vergleichbar dazu erfolgt die hier nicht näher beschriebene Synchronisation der jeweiligen Mobilstationen.

Verwendet man beim oben genannten zellularen Funkkommunikationsnetz einzeln oder in Kombination miteinander ein TDMA-/FDMA-Vielfachzugriffsverfahren und betrachtet man zur Übertragung einen sogenannten Time-Division-Duplex-Übertragungs-

30

11

modus (TDD-Mode), so besteht ein an der Basisstation empfangenes Signal  $r(t)$  aus einer Überlagerung von mehreren Signalen der im FDMA-Vielfachzugriffsverfahren gleichzeitig sendenden Mobilstationen aller Funkzellen.

5

Jede Basisstation ermittelt aus dem empfangenen Signal  $r(t)$  den mittleren Empfangszeitpunkt überlagerter OFDM-Symbole der in den benachbarten Funkzellen befindlichen Mobilstationen.

10 Mit Hilfe einer Korrelation von benachbarten, im Abstand einer OFDM-Symbollänge  $N$  angeordneten Abtastwerte entsteht für einen Abtastwert  $k$  eine Metrik  $\lambda(k)$ , deren Werte auch im Fall eines FDMA-Uplinks mit der OFDM-Symbollänge  $N$  periodische Werte aufweist. Es gilt:

15

$$\lambda(k) = \sum_{m=0}^{M-1} r(k+m)r^*(k+m+N)$$

Dabei steht  $M$  für eine Fensterlänge, über die Metrikwerte zum Zwecke der Rauschreduktion gemittelt werden. Diese ist in der Regel identisch mit der Länge eines sogenannten "Guard-Intervalls". Unter Umständen wird eine abweichende Länge eines Abstands  $N$  von korrelierten Werten und der Fensterlänge  $M$  zur Verbesserung von Detektionseigenschaften gewählt.

25

Der Betragswert der Metrik  $|\lambda(k)|$  nimmt an der Stelle der mittleren Zeitabweichung der Signalanteile der Mobilstationen an einer jeweiligen Basisstation einen Wert an, der proportional zur Summenleistung der Signale der aus dieser Zelle empfangenen Mobilstationen ist. Aus diesem Grund wird der maximale Betragswert der Metrik  $|\lambda(k)|$  nach Berechnung der Metrikwerte gesucht und die Stelle des maximalen Betragswertes als Schätzwert für den Zeitoffset der jeweiligen Basisstati-

30

12

on weiterverwendet. Die Metrikwerte sind im Fall einer verbleibenden restlichen Trägerfrequenzabweichung komplex, weshalb aus der im Metrikmaximum gemessenen Phase für kleine Werte der Trägerfrequenzabweichung eine Näherung der mittleren Trägerfrequenzabweichung der im OFDM-Symbol empfangenen Signale ermittelt werden kann.

Vorteilhaft wird zur Trennung der FDMA-Signale verschiedener Mobilstationen eine Auswertung des empfangenen Signals im Frequenzbereich vorgenommen, da diese verschiedenen Subträgern zugeordnet sind. Die jeweilige Trägerfrequenzabweichung wird in diesem Fall aus einer Phasendrehung der auf jedem Subträger empfangenen OFDM-Symbole erfolgen.

Die Frequenzabweichung einer Teilträgerfrequenz  $\delta f(k)$  ergibt sich dabei aus der Phasenänderung der Übertragungsfaktoren  $H(n,k)$  einer Teilträgerfrequenz  $k$  zwischen zwei aufeinanderfolgenden OFDM Symbolen mit Zeitindex  $n$  und  $n+1$  im zeitlichen Abstand  $T_s$ . Es gilt somit:

20

$$\delta f(k) = \frac{1}{2\pi} \angle \left\{ \frac{H(n+1,k)}{H(n,k)} \right\} \frac{1}{T_s}$$

Aus den nach der Schätzung im Frequenzbereich vorliegenden Werten der Trägerfrequenzabweichung der benachbarten Funkzellen wird nach einer Bewertung entsprechend der Qualität der Schätzung eine beispielsweise mittlere Trägerfrequenzabweichung der aus den Nachbarfunkzellen empfangenen Mobilstationen bestimmt.

30

Die Ermittlung der jeweiligen Zeitabweichung wird aus der Phasendrehung zwischen den Subträgern eines empfangenen OFDM-Symbols von einer der gleichen Basisstation zugeordneten Mo-

bilstation erfolgen. Aus den nach der Schätzung im Frequenzbereich vorliegenden Werten der Zeitabweichung wird nach einer Bewertung entsprechend der Qualität der Schätzung eine beispielsweise mittlere Zeitabweichung der aus den Nachbarfunkzellen empfangenen Mobilstationen bestimmt.

Mit Hilfe der ermittelten Zeit- und Trägerfrequenzabweichung regelt jede Basisstation die jeweilige eigene Trägerfrequenz sowie den eigenen Sendezeitpunkt entsprechend der ermittelten Werte nach. Bei einem geeigneten Entwurf eines Regelkreis-Schleifenfilters führt dieser Vorgang automatisch zu einer konvergierenden Schätzung.

Für die erfindungsgemäße Synchronisation einer neu hinzukommenden Basisstation in einem TDD-Funkkommunikationssystem sind folgende Schritte erforderlich:

- Abhören von Uplink und Downlink zur Feststellung eines TDD-Rahmenaufbaus,
- Bestimmung des absoluten Sendezeitpunkts aller gemessener Empfangszeitpunkte, und
- Auswertung der Signale nach dem oben genannten Muster.

Jede Basisstation bestimmt in jeder Uplink-Phase Nutzleistungen der in der Funkzelle aktiven Mobilstationen und die aus den benachbarten Funkzellen stammenden Gleichkanal-Interferenzleistungen je Subträger.

Auf Basis dieser Informationen trifft jede Basisstation eine selbstständige Entscheidung über eine zu belegende Bandbreite. Es werden diejenigen Subträger mit einer minimalen Interferenzleistung ausgewählt. Die Basisstation trifft dabei in Abhängigkeit einer erreichbaren Kanalgröße eine adaptive Entscheidung über Position und Anzahl der zu belegenden Subträ-

14

ger und der zu verwendenden physikalische Übertragungsparameter, um die innerhalb der Funkzelle befindlichen Mobilstationen optimal versorgen zu können. Eine zellübergreifende Organisation ist nicht erforderlich.

5

Diese Art des Vielfachzugriffs vermeidet Interferenzen innerhalb einer Funkzelle und zwischen Mobilstationen benachbarter Funkzellen. Es wird eine Funkzellen übergreifende, selbstorganisierende Optimierung eines verwendeten Vielfachzugriffs-  
10 verfahrens durchgeführt. Diese erfolgt unter Berücksichtigung der Funkübertragungskanaleigenschaften und unter Berücksichtigung der augenblicklichen Interferenzsituation in einer zellularen Umgebung.



## Patentansprüche

1. Verfahren zur Synchronisation eines in Funkzellen (FZ1, ..., FZ3) aufgeteilten Funkkommunikationssystems, bei dem  
5 mittels Vielfachzugriffsverfahren Daten übertragen werden und bei dem jede Funkzelle (FZ1, ...) eine Basisstation (BTS1, ..., BTS3) zur Funkversorgung mehrerer der Funkzelle (FZ1, ...) zugeordneter Mobilstationen (T11, ..., T33) aufweist,  
10 **dadurch gekennzeichnet,**  
- dass eine Basisstation (BTS1) neben Mobilstationssignalen der eigenen Funkzelle (FZ1) auch Mobilstationssignale aus benachbarten Funkzellen (FZ2, FZ3) empfängt, und  
- dass die Basisstation (BTS1) aus den empfangenen Mobilstationssignalen einen Synchronisationswert für eine  
15 Zeitsynchronisation und/oder für eine Frequenzsynchronisation bestimmt, auf den sich die Basisstation (BTS1) synchronisiert.
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
- dass eine Mobilstation (T13) neben Basisstationssignalen der eigenen Funkzelle (FZ1) auch Basisstationssignale aus benachbarten Funkzellen (FZ2, FZ3) empfängt, und  
- dass die Mobilstation (T13) aus den empfangenen Basisstationssignalen einen Synchronisationswert für eine  
25 Zeitsynchronisation und/oder für eine Frequenzsynchronisation bestimmt, auf den sich die Mobilstation (T13) synchronisiert.
- 30 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,  
dass benachbarte Basisstationen (BTS1, BTS2, BTS3) Funkübertragungsressourcen eines Vorrats verwenden, der den

Basisstationen (BTS1, ...) zur Datenübertragung gemeinsam zugeordnet ist.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass  
5 die Basisstationen (BTS1, ...) Zeitschlitz (TS1, ...) von  
gemeinsam zugeordneten Trägerfrequenzen (f1, ..., f12) als  
Funkübertragungsressourcen verwenden.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet,  
10 dass mindestens zwei benachbarte Basisstationen (BTS1,  
BTS3) gleichzeitig und gemeinsam einen Zeitschlitz (TS5)  
einer Trägerfrequenz (f5) zur Funkversorgung einer jeweils  
zugeordneten Mobilstation (T14, T32) verwenden und der  
Zeitschlitz (TS5) unter Berücksichtigung einer Interfe-  
15 renzsituation im Zeitschlitz (TS5) aus den gemeinsam zuge-  
ordneten Funkübertragungsressourcen ausgewählt wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch  
gekennzeichnet, dass zur Synchronisation die Basisstation  
20 und/oder die Mobilstation verwendete Trägerfrequenzen und  
Zeitschlitz-Sendezeitpunkte nachregeln.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch  
gekennzeichnet, dass an der Basisstation und/oder an der  
25 Mobilstation Gleichkanalstörungen mittels Interferenzun-  
terdrückungsverfahren verringert werden.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch  
gekennzeichnet, dass basisstationsseitig Funkübertragungs-  
30 ressourcen derart zugeordnet werden, dass Gleichkanalstö-  
rungen bei benachbarten Funkzellen minimiert werden.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein OFDM-Funkübertragungsverfahren verwendet wird.
- 5 10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein TDD- oder ein FDD-Funkübertragungsverfahren verwendet wird.
- 10 11. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass eine Zeitabweichung durch Korrelation und eine Frequenzabweichung durch Ermittlung einer Phasenrotation aufeinanderfolgender Symbole nach einer Transformation in den Frequenzbereich bestimmt wird.
- 15 12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Synchronisation des Funkkommunikationssystems ohne zusätzliche Signalisierung mittels einer höheren Protokollschicht zwischen Basisstation und zugeordneter Mobilstation durchgeführt wird.

13. Basisstation, gekennzeichnet durch Mittel zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 12.
14. Mobilstation, gekennzeichnet durch Mittel zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 2 bis 12.
15. Funkkommunikationssystem, gekennzeichnet durch mindestens eine Basisstation nach Anspruch 13.
16. Funkkommunikationssystem, gekennzeichnet durch mindestens eine Mobilstation nach Anspruch 14.

FIG 1

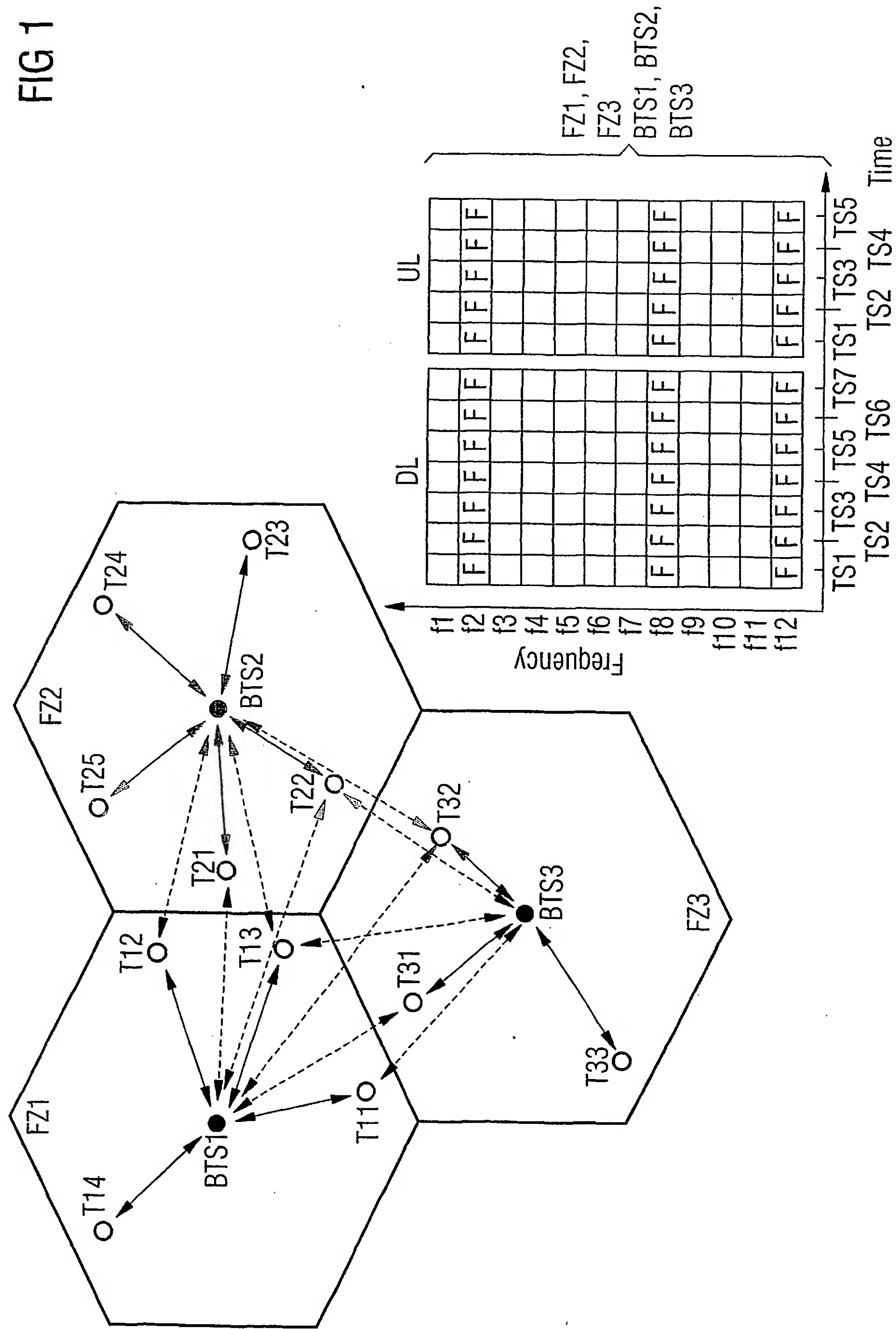


FIG 2

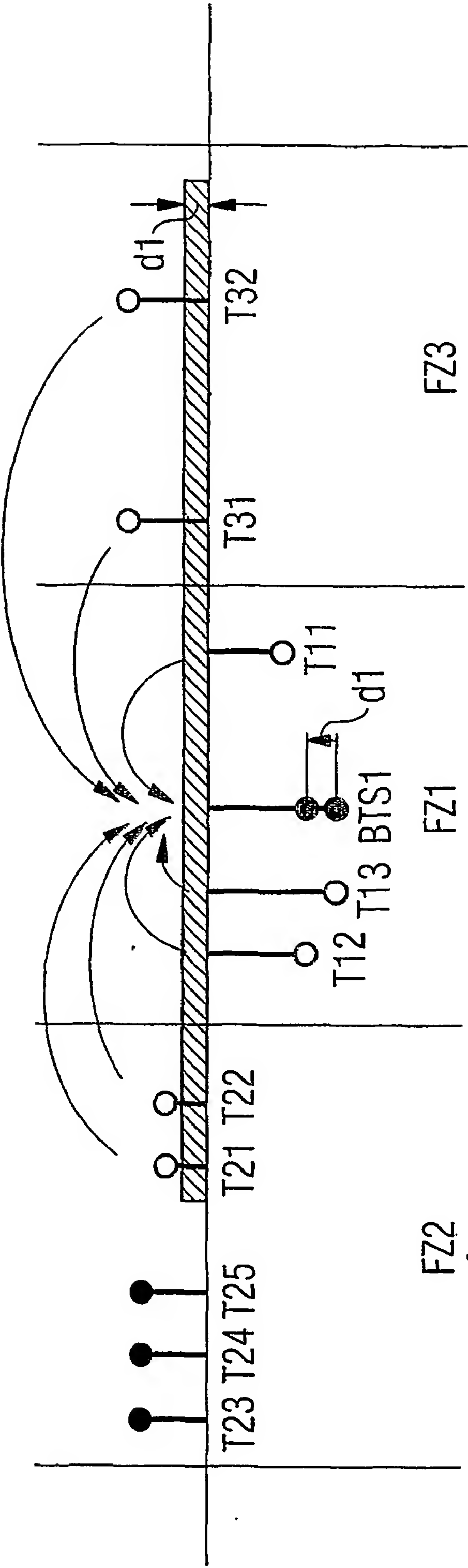




FIG 3 Stand der Technik

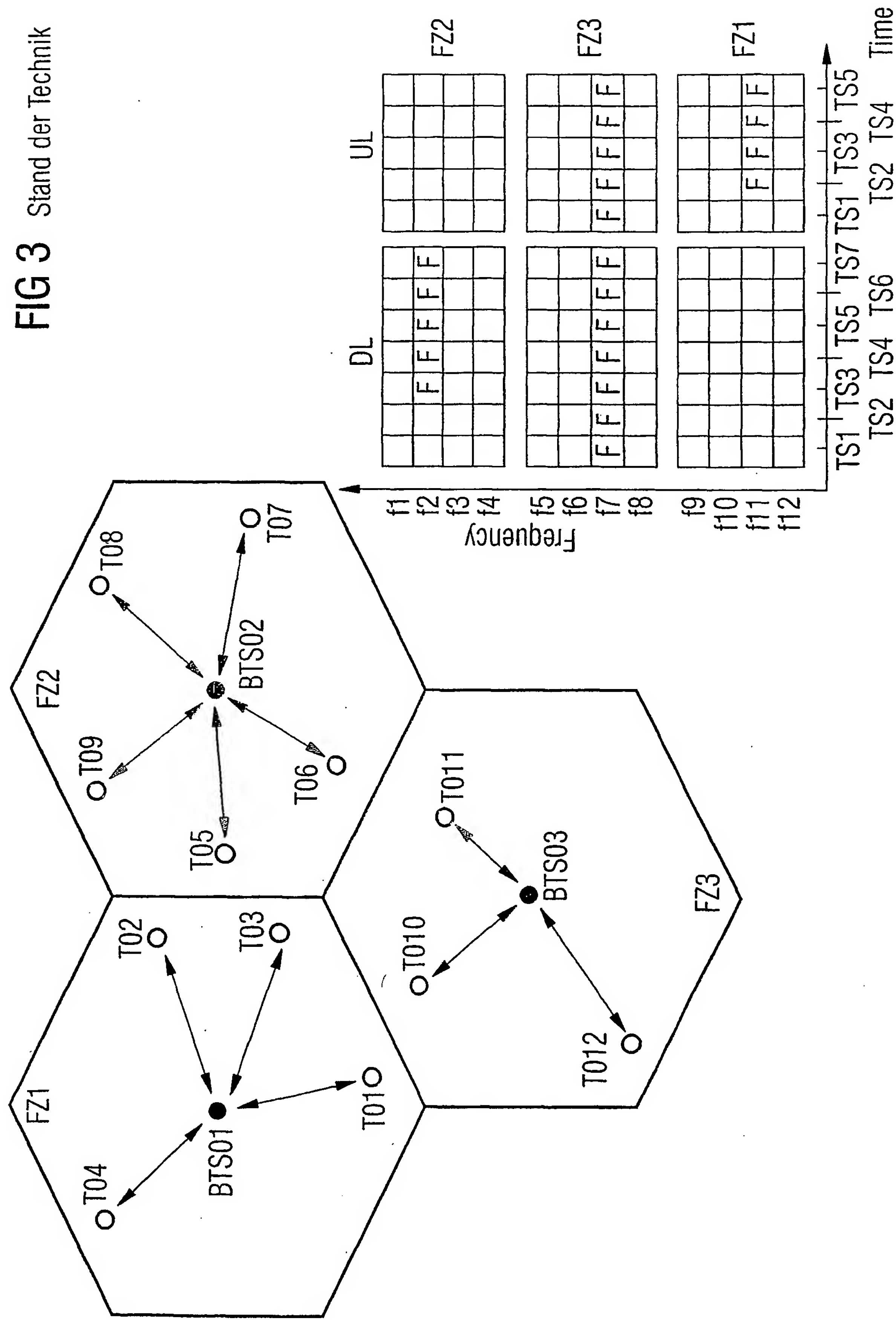


FIG 4 Stand der Technik

